

Workshop der DBG (K. VI und IV) und der DGP, Anbau nachwachsender Rohstoffe: Wirkungen auf Bodeneigenschaften, Funktionen und Emissionen in Bezug auf Klima- und Gewässerschutz, DBG und DPG, 7./8. September 2010, Müncheberg, Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation) <http://www.dbges.de>

(Un-)Vereinbarkeit des Anbaus nachwachsender Rohstoffe zur energetischen Verwertung von Biomasse aus Landwirtschaft und Forstwirtschaft mit dem Umweltschutz und insgesamt nachhaltiger Bodenbewirtschaftung aus der Sicht der Nährstoffe C, N, P (und S)

Klaus Isermann¹, Renate Isermann¹

1. Der Anbau von (Energie-)Pflanzen zur energetischen Verwertung in der Landwirtschaft als:

1.1 Gärprodukte zur Gewinnung von Biogas (CH₄ /BtL) bei Einsatz entsprechender Gärreststoffe haben ebenso wie Gülle-Anwendung – bei Aufrechterhaltung der Humusbilanz gegenüber Stallmist (mit 10 t · ha⁻¹ · a⁻¹ von 1 GV · ha⁻¹) = Referenz:

1.1.1 eine Nährstoff-Überfrachtung der Böden gemessen am Bedarf zur Folge, hinsichtlich N: 2-5fach, P:2-6fach und K: 0-2fach (**Tab. 1**). Auch demzufolge erhöhen sich die NH₃ - und N₂O-Emissionen in die Atmosphäre um das 2-3fache bzw. 2-5fache (**Tab. 2**). Dies gilt zwangsläufig für hofnahe Flächen in Regionen mit zu hohem Viehbesatz (> 1 GV · ha⁻¹) und Viehbestand (> 0,1 GV · E⁻¹)

1.1.2 Hinzu kommen weitere, mehrfach zu hohe über Jahrzehnte währende Emissionen an CO₂, N₂O und NO₃⁻ bei durch Energiepflanzenanbau verursachten Landnutzungsänderungen

Schlüsselworte

Bioenergie und Umweltschutz, C-,N-,P-,S-Emissionen, Nachhaltige Bodenbewirtschaftung

wie Moorkultivierung sowie Umbruch von Grünland und Stilllegungsflächen.

1.1.3 Die Folge sind nicht vertretbare Schädigungen der Umwelt (Eutrophierung, Versauerung, biologische Vielfalt) und insbesondere des Klimas durch die Landwirtschaft z.B. in Deutschland bereits aktuell auf 3-5fach zu hohem Niveau mit jeweiligen Anteilen an der N- und P-Gewässereutrophierung: 53 bzw. 77%, Versauerung: 40 → + NO_x: 70% , Klimawandel: 14% (Ernährung: 26%), Gefährdung der Biodiversität: 80%.

1.1.4...ist also eindeutig kontraproduktiv zum Umwelt- und Klimaschutz.

1.2 Biogene Festbrennstoffe:

1.2.1 kann bei Einhaltung der TA-Luft hinsichtlich der NO_x-Grenzwerte (400-500 mg · N m⁻³ · a⁻¹) nur mit einem maximalen N-Gehalt von 0,3% i.d. TM bzw. 0,26% im Substrat (14% WG) verbrannt werden ohne zusätzliche, zu kostenaufwendige Maßnahmen an der Feuerungsanlage (**Tab. 3**).

1.2.2 Demzufolge verbietet sich der Einsatz pflanzlicher Festbrennstoffe aus der Landwirtschaft (z.B. Stroh, Korn, Stroh /Korn-Mischungen, Miscanthus, etc.), aber auch von Kurzumtriebspflanzen als zusätzliche VOC-Emittenten (Pappel, Weide) und bei der Forstwirtschaft von Rinde sowie Holz mit Rinde. Nur die Verbrennung von Holz ohne Rinde ist vertretbar.

2. Die N-Bilanzen der Landwirtschaft von Deutschland (1990-2008) auch mit Berücksichtigung der Bioenergieproduktion (Tab. 4):

2.1 weist gegenwärtig (Ø 2004-2008) N-Überschusssalden bzw. N-Effizienzen aus, hinsichtlich der

2.1.1 Betriebsbilanz: 159 kg N · ha⁻¹ · a⁻¹ bzw. 36%

2.1.2 Feldbilanz: 113 kg N · ha⁻¹ · a⁻¹ bzw. 53%

2.1.3 Stallbilanz: 97 kg N · ha⁻¹ · a⁻¹ bzw. 18%

2.2...bei nur unwesentlichen Veränderungen gegenüber Ø1990-1994 mit demzufolge ebenfalls nahezu unveränderten Emissionen von NH₃, NO_x und N₂O in die Atmosphäre und (vorwiegend) NO₃⁻ in die Hydrosphäre.

¹ Büro für Nachhaltige Ernährung, Landnutzung und Kultur (BNELK), Heinrich-von-Kleist-Strasse 4 D 67374 Hanhofen
Email: isermann.bnla@t-online.de

2.3 Die NO_x-Emissionen der Landwirtschaft bedürfen u.a. aufgrund der Ergebnisse von Carbo-Europe (Schulze et al. 2010) einer Neuausweisung bzw. Neubewertung, da auf die Landwirtschaft mehr als 50% der gesamten NO_x-Emissionen entfallen.

2.4 Demgegenüber (s. Punkt 2.1) weisen die von BMELV: ILU/JKI (2010) [<http://www.bmelv-statistik.de>] ausgewiesenen entsprechenden N-Bilanzen der Landwirtschaft aufgrund der Unterbewertung der atmosphärischen N-Deposition (Betriebsbilanz) und insbesondere der gänzlichen Nichtbeachtung der N-Anlieferungen durch Landnutzungsänderungen wie Moorkultivierung sowie Umbruch von Grünland und Stilllegungsflächen eine Unterbewertung des N-Niveaus sowie ihrer N-Überschüsse der Betriebs- und Feldbilanz aus und eine Überbewertung der zeitlichen Minderung dieser N-Überschüsse und N-Effizienzen hinsichtlich ihrer zeitlichen Erhöhung. – Zudem erfolgt keine Verifizierung bzw. Falsifizierung, indem keine Angaben über den „Verbleib“ der N-Salden gemacht werden: wie dies z.B. durch BNEK (1994-2010) sowie UBA (2009) erfolgt.

2.5 Lösungsansätze zur Erzielung nachhaltiger N-, aber auf C-, P- (und S-Bilanzen nicht nur der Landwirtschaft, sondern des gesamten Ernährungs- und Bio- energie-Bereiches mit einem Nachhaltigkeitsziel der Bundesregierung von z.B. einem N-Überschussaldo der Landwirtschaft von 50 kg N·ha⁻¹·a⁻¹ (Hoforbilanz) bis 2020 (Geupel, UBA 2010) setzen nicht gezielt an Maßnahmen zur Steigerung dieser Nährstoff-Effizienzen der Landwirtschaft sowie des gesamten Ernährungs- und Bioenergie-) Bereiches an, sondern primär an der drastischen Minderung ihres gesamten Niveaus auf der Grundlage nur noch bedarfsorientierter Konsumtion und dementsprechender Produktion, wobei entsprechende technische Maßnahmen nur flankierenden Charakter haben. Nur demzufolge ergibt sich z.B. die Erhöhung der N-Effizienz der Landwirtschaft von heute 36% dann auf 41%.

3. Entsprechend der Erkenntnisse von Punkt 1) und 2) sind weder der Energiepflanzenanbau noch die C-,N-,P-(S-) (Im-)Mobilisierung (=scheinbare „Sequestrierung“) vereinbar mit ursachenorientiertem und hinreichendem Klimaschutz sowie Umweltschutz, also kontraproduktiv und entheben die Überflussländer wie z.B. Deutschland nicht von der Verpflichtung bereits innerhalb diese Generation – also bis 2020 und nicht bis 2050 – eine Minderung der (in-)direkt klimarelevanten Gase ursächlich um mehr als 80% zu bewirken, wobei in diesem Umfang auch der gesamte Umweltschutz hinsichtlich reaktivem C, N, P, S davon profitiert. Im Gegenteil: der Anbau von Energiepflanzen und sogar langfristig die o.e. (Im-)Mobilisierung stellen demzufolge noch größere Anforderungen an die Minderung dieser Emissionen. Demzufolge stellt der Energiepflanzenanbau aus nachhaltiger, also aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Sicht gegenwärtig eine der größten Fehlinvestitionen der Landwirtschaft dar.

4. Literatur

Geupel, M. (2009): Stickstoff in der Landwirtschaft – Entwicklungen des Umweltrechts und Handlungsbedarf. VDLUFA Schriftenreihe 65, Kongressband Teil 1, 144-157.

Isermann, K., Isermann, R. (2010): Nachhaltige Humuswirtschaft in der Landwirtschaft und Forstwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung des Klima- und Umwelt-Schutzes. VDLUFA-Schriftenreihe, Kongressband 122. VDLUFA-Kongress / Kiel 2010 (im Druck).

Schulze, D. (2010): Beantwortung des Fragenkataloges für die öffentliche Anhörung zum Thema „Landwirtschaft und Klimaschutz“ des Deutschen Bundestages am Mittwoch, den 22. Februar 2010. TLL /Thüringer LA für Landwirtschaft (2010): Abschlussbericht: Energetische Verwertung von Getreide und Halmgutpellets. FKZ: 22 00 84 01.

UBA (Umweltbundesamt) (2009): Hintergrundpapier zu einer multimedialen Stickstoff-Emissionsminderungsstrategie. Stand April 2009, 115 S.

Tab. 1: Überfrachtung der Böden mit den Nährstoffen N, P und K durch Düngung mit Gärresten auf der Grundlage einer ausgeglichenen C-Bilanz mit Stall-Rottemist von 100 dt = 10 t ha⁻¹ · a⁻¹ = 1 GV · ha⁻¹ · a⁻¹ [Datengrundlagen: VDLUFA-Standpunkt-Humusbilanzierung (2004); KTBL (2005)]

1/2

Substrat	Substrat-Menge [t ha ⁻¹ · a ⁻¹]	Humus-Reproduktion [kg Humus-C ha ⁻¹ · a ⁻¹]	GV-Äquivalent [GV ha ⁻¹ · a ⁻¹]	Zugeführte Nährstoffe [kg ha ⁻¹ · a ⁻¹] (Vgl. Düngung ¹⁾)		
				N	P	K
1. Rottemist (25% TM) = Referenz	1,0 10,0	40 400	- 1,0	- 60 (1,0)	- 12 (1,0)	- 66 (1,0)
Vgl. DWA-M 907 (2010) (ohne N-Ausbringungsverluste)	17,0	680	1,7 (AS=100 kg N GV ⁻¹ · a ⁻¹)	120 (2,0)	20 (1,7)	112 (1,7)
2. Gärreste:						
2.1 Rindergülle (7% TM)	1,0 18,0 44,4	9 162 400	- 1,0 2,5	- 102 257 (4,3)	- 11 27 (2,3)	- 21 192 (2,9)
Vgl. DWA-M907 (2010)	21,6	194	1,2	120 (2,0)	13 (1,1)	90 (1,4)
2.2 Schweinegülle (8% TM)	1,0 17,0 50,0	8 136 400	- 1,0 2,9	- 74 215 (3,6)	- 11 33 (2,8)	- 21 62 (0,9)
Vgl. DWA-M907 (2010)	27,2	218	1,6	120 (2,0)	18 (1,5)	34 (0,5)
2.3 Rindergülle /Maissilage = 3:1 (7% TM)	1,0 18,0 44,4	9 162 400	- 1,0 2,5	- 103 257 (4,3)	- 22 56 (4,7)	- 82 206 (3,1)
2.4 Schweinegülle /Getreide = 7:1 (7% TM)	1,0 17,0 44,4	9 153 400	- 1,0 2,6	- 130 337 (5,6)	- 29 75 (6,3)	- 52 136 (2,1)
¹⁾ Vgl. Düngung von Energiepflanzen [kg ha ⁻¹ · a ⁻¹] (KTBL 2005) je nach Ertragserwartung: a) Mais: 100 -140 N, 25 P, 125 K b) Getreide: 80 - 40 N, 20-30 P, 70-90 K						

re1251a

Tab. 2: Praxisrelevante NH₃-N und N₂O-N-Emissionen bei Düngung mit Gärresten im Vergleich mit Stall-Rottemist bei ausgeglichener Humusbilanz mit Humusproduktion von 400 kg C · ha⁻¹ · a⁻¹

2/2

Substrat	1. Substrat-Menge [t ha ⁻¹ · a ⁻¹]	2. GV-Äquivalent [GV ha ⁻¹ · a ⁻¹]	3. Zugeführter N [kg ha ⁻¹ · a ⁻¹]	N-Emissionen [kg ha ⁻¹ · a ⁻¹]	
				NH ₃ -N [30 kg GV ⁻¹ · ha ⁻¹ · a ⁻¹]	N ₂ O-N (4 % von 3.)
1. Rottemist (25% TM) = Referenz	10,0	1,0	60	30 (1,0)	2,4 (1,0)
Vgl. DWA-M907 (2010) (ohne N-Ausbringungsverluste)	20,0	1,7 (AS=100 kg N GV ⁻¹ · a ⁻¹)	120	51 (1,7)	4,1 (1,7)
2. Gärreste:					
2.1 Rindergülle (7% TM)	44,4	2,5	257	75 (2,5)	10,3 (4,3)
Vgl. DWA-M907 (2010)	21,6	1,2	120	36 (1,2)	< 4,8 (2,0)
2.2 Schweinegülle (8% TM)	50,0	2,9	215	87 (2,9)	8,6 (3,6)
Vgl. DWA-M907 (2010)	27,2	1,6	120	48 (1,6)	< 4,8 (2,0)
2.3 Rindergülle /Maissilage = 3:1 (7% TM)	44,4	2,5	257	75 (2,5)	10,3 (4,3)
2.4 Schweinegülle /Getreide = 7:1 (7% TM)	44,4	2,6	337	78 (2,6)	13,5 (5,6)

re1251b

Tab. 3: Gewichts- und energiespezifische N-Gehalte von biogenen Festbrennstoffen vor dem Hintergrund u.a. zugrunde liegender NO_x-Emissionen
(Ermittelt aufgrund der Daten von KTBL 2005, Klammerwerte TLL 2010)

Festbrennstoffe	N-Gehalte			
	kg N · t ⁻¹	Relativ	g N · GJ ⁻¹	Relativ
1. Holz (mit Rinde):				
1.1 Fichte	1,1	1,0	71	1,0
1.2 Buche	1,9	1,7	124	1,7
1.3 Pappel (Kurzumtrieb)	3,6	1,9	195	2,7
1.4 Weide (Kurzumtrieb)	4,6	4,2	250	3,5
1.5 Rinde (Nadelholz)	4,1	3,7	214	3,0
2. Stroh:				
2.1 Raps	(6,5) 3,9	3,5	228	3,3
2.2 Getreide	(4,6-6,5) 3,6-4,7	3,2 – 4,3	248-324	3,5 – 4,6
(Potential jährlich: 20 Mio. t von 40 Mio. t, = Emission: 84 000t NO _x -N = 5 kg NO _x -N· haLF ⁻¹)	bei 7t Stroh·ha ⁻¹ = 29 kg NO _x -N·ha ⁻¹			
2.3 Miscanthus	6,3	5,7	385	5,0
3. Weizenganzpflanzen	12,0	10,9	702	10,0
4. Getreidekorn	19,4	17,6	1 141	16,0
5. Zum Vergleich Kohle:				
5.1 Braunkohle	3,9	3,5	189	2,7
5.2 Steinkohle	9,4	8,5	316	4,5
1. NO _x -Emissionskonzentrationen [mg NO ₂ · Nm ³ · ⁻¹] (KTBL 2005)				
1.1 Üblich: Holz: 88-125 (199-140; Stroh: k.A. (441-1015)				
1.2 Grenzwerte: Holz: - / 250; Stroh: - /400 bis 500 je nach Anlagenleistung (TA Luft 2002)				
Bei Einhaltung der TA Luft kann nur biogener Festbrennstoff mit einem maximalen N-Gehalt von 0,3% i.d. Trockenmasse = 0,26% = 2,6 kg N · t Substrat ⁻¹ (z.B. Halmgut mit WG 14%) verbrannt werden ohne zusätzliche Maßnahmen an der Feuerungsanlage (z.B. SNCR) (TLL 2010)				
2. NO _x -Emissionsfrachten [kg NO ₂ · t Festbrennstoff ⁻¹]				
Keine Angaben über übliche bzw. reglementierte NO _x -Emissionsfrachten: Üblich: N-Gehalt x Menge Substrat, NO _x -Bildung nur aus Brennstoff-Stickstoff (TLL 2010)				

re1252

Tab. 4 Stickstoff-Bilanzen der Landwirtschaft von Deutschland im Durchschnitt der jeweils 5 Jahre von 2004-2008 im Vergleich (in Klammern) zu 1990 -1994 (BNELK 2010)

LF: 2004/08:17 317 800 ha (1990/94: 16 977 200 ha)	Betriebs-Bilanz [kg N · ha LF ⁻¹ · a ⁻¹]	Flächen-(Feld-)Bilanz [kg N · ha LF ⁻¹ · a ⁻¹]	Stall-Bilanz [kg N · ha LF ⁻¹ · a ⁻¹]
1. Input/Anlieferung ...davon:	249 (235)	238 (231)	119 (127)
1.1 Mineraldünger	104 (105)	104 (105)	-
1.2 Organischer Dünger (Klärschlamm,Biokompost)	5 (3)	5 (3)	-
1.3 Wirtschaftsdünger	-	51 (57)	-
1.4 Atmosphär. Deposition (trocken-, naß-, gasförmig)	(20 + 10=) 30 (32)	30 (32)	-
1.5 Biologische Fixierung	12 (14)	12 (14)	-
1.6 Futtermittel-Inland	39 (35)	-	39 + 57 ¹⁾ =96 (35+66 ¹⁾ = 101)
1.7 Futtermittel-Import	23 (26)	-	23 (26)
1.8 Saat- und Pflanzgut	1 (1)	1 (1)	-
1.9 Netto-Mineralisation ...davon durch:	35 (19)	35 (19)	-
1.91. Grünland-Umbruch	24 (8)	24 (8)	-
1.92 Moorkultivierung	11 (11)	11 (11)	-
2. Output ...davon:	90 (69)	125 (116)	22 (19)
2.1 Pflanzliche Marktprodukte	68 (50)	68 (50)	-
2.2 Futterfrüchte u. Nebenerzeugnisse	-	57 (66)	-
2.3 Tierische Marktprodukte	22 (19)	-	22 (19)
3. Saldo (N-Überschuss)	159 (166)	113 (115)	97 (108)
4. N-Effizienz: 2. / 1. x 100 [%]	36 (29)	53 (50)	18 (15)

Re1256

¹⁾ + Futterfrüchte und Nebenerzeugnisse (57)